

机械基础实验

管伯良等 编著

JIXIEJICHUSHIYAN



 东华大学出版社

机械基础实验

管伯良等 编著

 东华大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械基础实验/管伯良编. —上海: 东华大学出版社,

2005. 1

ISBN 7-81038-894-0

I. 机... II. 管... III. 机械学—实验—高等学校
—教材 IV. TH11-33

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 007330 号

责任编辑 陈伟

封面设计 旭日

机械基础实验

管伯良等编著

东华大学出版社出版

上海市延安西路 1882 号

邮政编码:200051 电话:(021)62193056

新华书店上海发行所发行 昆山亭林印刷有限责任公司印刷

开本:787×960 1/16 印张:16.75 字数:319 千字

2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

印数:0001—3000

ISBN 7-81038-894-0/TH·07

定价:29.80 元

内 容 提 要

为了适应实验教学改革的需要,我们编写了《机械基础实验》教材,本书以机械工程类学生的知识结构为出发点,紧密联系机械基础系列课程的教学实践,结合我校的实际情况,在继承传统内容的基础上进行整合、创新,初步形成了机械基础实验的基本内容,为学生掌握机械工程设计、制造技术奠定实验技能基础。

本书内容主要分三大部分:

1. 机械基础实验基本知识 包括机械实验系统组成原理;常用测试仪器;数据采集、误差分析处理方法等。
2. 机械基础实验基本技能 包括机械运动与动力参数测试;机械零部件工作能力测试;工程材料组织性能分析与金属表面处理实验;机械零件的几何精度测量实验;气传动及控制实验等。
3. 综合、创新实验 包括机械传动综合、材料与热处理综合实验;机—气—控一体化实验;机械创新设计实验;实验设计和虚拟实验等。

本书可作为高等学校的教材,也可供工程技术人员和科研人员参考。

前 言

面向 21 世纪教学内容和课程体系改革中,突出强调注重学生素质和能力的培养,实验教学是高等理工科教学中培养学生动手能力和创新能力、实施素质教育的重要组成部分。为了适应“素质、能力教育”的需要,许多高校探索机械基础实验教学的改革,我校在“211”工程建设中,在机械基础系列课程建设的同时,加强了机械基础实验教学的改革力度,从机械工程一级学科出发,打破课程界线,单独开设机械基础实验课,为了适应实验教学改革的需要,我们编写了《机械基础实验》教材。

本书以机械工程类学生的知识结构为出发点,紧密联系机械基础系列课程的教学实践,结合我校的实际情况,在继承传统内容的基础上进行整合、创新,初步形成了机械基础实验的基本内容,为学生掌握机械工程设计、制造技术奠定实验技能基础。

参加本书编写的有:管伯良(第 1、3、4 章),戴惠良(第 2、7 章),王永兴(第 9、10 章),骆伟岚(第 5、6、8 章),陈伟君绘制了有关插图。全书由管伯良主编。

东华大学俞明教授和吴良教授精心审阅了本书,提出了宝贵的意见。在编写过程中还得到校、院有关领导和机械基础实验室的同人的关心和支持,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限和编写时间仓促,书中缺点和错误在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2004 年 9 月

目 录

第一章 绪言	(1)
1.1 实验教学的改革的迫切性	(1)
1.2 机械基础实验教学改革的基本思路	(1)
1.3 《机械基础实验》教材	(2)
1.4 机械基础实验课的目标与要求	(3)
第二章 机械量测量实验基础	(4)
2.1 概述	(4)
2.2 机械量测量实验的常用量具和仪器	(5)
2.2.1 测量方法与计量器具的分类	(5)
2.2.2 计量器具与测量方法的常用术语	(7)
2.2.3 常用长度计量仪器	(8)
2.2.4 现代测量技术发展与趋势	(10)
2.2.5 测量误差分析与数据处理	(15)
第三章 机械运动和动力参数的测试与分析	(28)
3.1 概述	(28)
3.1.1 机械运动参数的测量	(28)
3.1.2 机械动力参数的测量	(33)
3.2 平面机构运动简图测绘实验	(38)
3.2.1 概述	(38)
3.2.2 实验目的	(38)
3.2.3 实验设备及工具	(39)
3.2.4 实验步骤	(40)
3.2.5 思考题	(40)
3.2.6 完成实验报告	(40)
3.3 机构的结构及特性分析实验	(41)
3.3.1 实验目的	(41)
3.3.2 实验设备与工具	(41)
3.3.3 分析举例	(41)
3.3.4 实验步骤	(43)

3.3.5 思考题	(43)
3.3.6 完成实验报告	(43)
3.4 机构运动参数的测试和分析实验	(44)
3.4.1 实验目的	(44)
3.4.2 实验设备与工具	(44)
3.4.3 测试原理	(44)
3.4.4 实验步骤	(46)
3.4.5 思考题与实验报告	(47)
3.5 渐开线齿廓的范成实验	(48)
3.5.1 实验目的	(48)
3.5.2 实验原理	(48)
3.5.3 实验设备与工具	(48)
3.5.4 实验方法和步骤	(49)
3.5.5 思考题和实验报告	(51)
3.6 渐开线直齿圆柱齿轮几何参数测定	(52)
3.6.1 实验目的	(52)
3.6.2 测定对象和工具	(52)
3.6.3 测定原理和方法	(52)
3.6.4 实验步骤	(56)
3.6.5 思考题及实验报告	(56)
3.7 刚性回转件的动平衡	(56)
3.7.1 概述	(56)
3.7.2 实验目的	(58)
3.7.3 实验设备	(58)
3.7.4 实验原理	(58)
3.7.5 实验步骤	(61)
3.7.6 思考题和实验报告	(62)
3.8 平面机构的动平衡实验	(63)
3.8.1 概述	(63)
3.8.2 实验目的	(64)
3.8.3 实验设备工具	(64)
3.8.4 实验的基本原理	(64)
3.8.5 实验步骤	(66)
3.8.6 思考题与实验报告	(67)

3.9 机械运转不匀率测试和周期性速度波动的调节实验	(67)
3.9.1 概述	(67)
3.9.2 实验目的	(68)
3.9.3 实验基本原理	(68)
3.9.4 实验设备	(68)
3.9.5 实验步骤	(68)
3.9.6 思考题及实验报告	(69)
第四章 机械零部件工作能力实验	(70)
4.1 带传动的工作能力实验	(70)
4.1.1 概述	(70)
4.1.2 实验目的	(71)
4.1.3 实验台的构造和工作原理	(71)
4.1.4 实验步骤	(73)
4.1.5 思考题及实验报告	(73)
4.2 液体动压径向轴承实验	(74)
4.2.1 概述	(74)
4.2.2 实验目的	(75)
4.2.3 实验设备	(75)
4.2.4 实验步骤	(76)
4.2.5 思考题和实验报告	(78)
4.3 齿轮传动效率实验	(78)
4.3.1 概述	(78)
4.3.2 实验目的	(79)
4.3.3 基本原理	(79)
4.3.4 齿轮传动效率试验装置	(81)
4.3.5 思考题和实验报告	(83)
4.4 螺栓联接性能实验	(83)
4.4.1 实验目的	(83)
4.4.2 单个螺栓联接实验	(83)
4.4.3 螺栓组联接实验	(85)
4.4.4 思考题与实验报告	(86)
4.5 机械传动方案综合实验	(86)
4.5.1 实验目的	(86)
4.5.2 实验设备	(86)

4.5.3	实验内容	(86)
4.5.4	思考题及实验报告	(87)
第五章	工程材料的组织性能分析	(88)
5.1	概述	(88)
5.2	金相显微试样制备实验	(88)
5.2.1	实验目的	(88)
5.2.2	实验基本原理	(89)
5.2.3	实验用设备与材料	(93)
5.2.4	实验内容及步骤	(93)
5.2.5	实验结果讨论	(94)
5.3	铁碳合金平衡组织观察实验	(94)
5.3.1	实验目的	(94)
5.3.2	实验原理	(94)
5.3.3	实验设备及试样	(95)
5.3.4	实验内容	(95)
5.3.5	实验观察与思考	(95)
5.3.6	金相显微镜的使用	(96)
5.4	钢的热处理实验	(99)
5.4.1	实验目的	(99)
5.4.2	实验原理	(100)
5.4.3	实验设备及试样	(102)
5.4.4	实验内容	(102)
5.4.5	实验结果分析	(102)
5.4.6	硬度计的使用	(103)
5.5	合金的流动性及合金的充型能力实验	(111)
5.5.1	实验目的	(111)
5.5.2	实验原理	(111)
5.5.3	实验设备及材料	(113)
5.5.4	实验内容	(113)
5.5.5	实验结果分析	(114)
5.6	金属的塑性变形与再结晶实验	(114)
5.6.1	实验目的	(114)
5.6.2	实验原理	(114)
5.6.3	实验设备及材料	(117)

5.6.4 实验内容及操作提示	(118)
5.6.5 实验结果与分析	(118)
5.7 焊接接头的组织和性能实验	(119)
5.7.1 实验目的	(119)
5.7.2 实验原理	(119)
5.7.3 实验设备及试样	(121)
5.7.4 实验内容	(122)
5.7.5 实验结果分析	(122)
5.8 选材及热处理综合实验	(122)
5.8.1 实验目的	(122)
5.8.2 实验概述	(122)
5.8.3 实验内容	(123)
5.8.4 实验指导	(124)
第六章 金属的表面处理	(125)
6.1 概 述	(125)
6.2 钢铁的化学氧化实验	(126)
6.2.1 实验目的	(126)
6.2.2 实验原理	(126)
6.2.3 实验设备及试样	(127)
6.2.4 实验内容及操作提示	(128)
6.2.5 实验结果分析	(129)
6.3 电刷镀实验	(129)
6.3.1 实验目的	(129)
6.3.2 实验原理	(129)
6.3.3 实验设备及试样	(130)
6.3.4 实验内容及方法提示	(132)
6.3.5 实验结果分析	(133)
6.4 热浸镀锌实验	(133)
6.4.1 实验目的	(133)
6.4.2 实验原理	(133)
6.4.3 实验设备及试样	(135)
6.4.4 实验内容及操作提示	(135)
6.4.5 实验结果及分析	(136)
6.5 金属表面着色实验	(136)

6.5.1	实验目的	(136)
6.5.2	实验原理	(136)
6.5.3	实验设备及试样	(138)
6.5.4	实验内容及操作提示	(138)
6.5.5	实验结果分析	(139)
6.6	电弧喷涂实验	(139)
6.6.1	实验目的	(139)
6.6.2	实验原理	(139)
6.6.3	实验设备及材料	(142)
6.6.4	实验内容及操作提示	(143)
6.6.5	实验结果与分析	(144)
6.7	电火花表面涂敷实验	(144)
6.7.1	实验目的	(144)
6.7.2	实验原理	(144)
6.7.3	实验设备及材料	(146)
6.7.4	实验内容及操作提示	(146)
6.7.5	实验结果与分析	(146)
第七章	机械零件的技术测量	(147)
7.1	概述	(147)
7.1.1	长度的测量	(147)
7.1.2	形状和位置误差	(147)
7.1.3	表面粗糙度	(148)
7.1.4	齿轮误差	(149)
7.1.5	螺纹误差	(150)
7.2	长度的测量实验	(151)
实验 7.2.1	用立式光学比较仪测量轴径	(151)
7.3	形状和位置误差测量实验	(160)
实验 7.3.1	用平面度检查仪测量平台的直线度误差	(160)
实验 7.3.2	用千分表测量平面度误差	(163)
实验 7.3.3	箱体位置误差测量	(166)
实验 7.3.4	用跳动检测仪测量跳动误差	(171)
7.4	表面粗糙度的测量实验	(173)
实验 7.4.1	双管显微镜测量表面粗糙度	(173)
实验 7.4.2	用电动轮廓仪测量表面粗糙度	(177)

7.5 齿轮的测量实验	(182)
实验 7.5.1 齿轮齿厚偏差测量	(182)
实验 7.5.2 齿轮径向跳动测量	(184)
7.6 螺纹的测量实验	(186)
实验 7.6.1 在万能工具显微镜上测量螺纹量规	(186)
第八章 机械创新设计实验	(193)
8.1 概 述	(193)
8.2 机构创意设计实验	(194)
8.2.1 实验目的	(194)
8.2.2 实验原理	(194)
8.2.3 实验设备	(196)
8.2.4 实验内容	(197)
8.2.5 实验参考题目	(197)
8.3 广义机构创新设计实验	(200)
8.3.1 实验目的	(200)
8.3.2 实验概述	(200)
8.3.3 实验设备	(204)
8.3.4 实验内容和要求	(204)
8.3.5 实验结果分析	(205)
8.4 机电一体化系统创新设计实验	(205)
8.4.1 实验目的	(205)
8.4.2 实验概述及设备	(205)
8.4.3 实验内容及步骤提示	(206)
8.4.4 实验结果与分析	(208)
第九章 气动技术及其控制实验	(209)
9.1 概述	(209)
9.1.1 气动技术的发展	(209)
9.1.2 气动技术的优缺点	(209)
9.1.3 气动技术的发展方向	(210)
9.1.4 气动系统中主要元件的作用及其符号	(210)
9.1.5 气动控制系统设计	(220)
9.2 气传动实验平台	(222)
9.2.1 FESTO 气动综合实验台	(222)
9.2.2 机、气、控综合实验台	(223)

9.2.3 气动实验注意事项	(224)
9.3 单缸控制回路实验	(225)
9.3.1 实验目的及要求	(225)
9.3.2 实验前预习内容	(225)
9.3.3 实验前思考题	(225)
9.3.4 主要实验设备及元件	(226)
9.3.5 实验内容及步骤	(226)
9.3.6 书写实验报告并回答以下问题	(226)
9.3.7 参考气动回路图	(227)
9.4 多缸控制回路实验(1)	(227)
9.4.1 实验目的及要求	(227)
9.4.2 实验前预习内容	(227)
9.4.3 实验前思考题	(229)
9.4.4 主要实验设备及元件	(229)
9.4.5 实验内容及步骤	(229)
9.4.6 书写实验报告并回答以下问题	(230)
9.5 多缸控制回路实验(2)	(230)
9.5.1 实验目的及要求	(230)
9.5.2 实验前预习内容	(230)
9.5.3 实验前思考题	(232)
9.5.4 主要实验设备及元件	(232)
9.5.5 实验内容及步骤	(232)
9.5.6 书写实验报告并回答以下问题	(233)
9.6 电、气动综合实验(1)	(233)
9.6.1 实验目的及要求	(233)
9.6.2 实验前预习内容	(233)
9.6.3 实验前思考题	(234)
9.6.4 主要实验设备及元件	(234)
9.6.5 实验内容及步骤	(234)
9.6.6 书写实验报告并回答以下问题	(235)
9.7 电、气动综合实验(2)	(235)
9.7.1 实验目的及要求	(235)
9.7.2 实验前预习内容	(236)
9.7.3 主要实验设备及元件	(236)

9.7.4 实验内容及步骤	(237)
9.7.5 书写实验报告并回答以下问题	(237)
第十章 虚拟实验及实验设计	(239)
10.1 概述	(239)
10.1.1 现代设计方法	(239)
10.1.2 虚拟实验	(242)
10.1.3 实验设计	(243)
10.2 虚拟实验	(244)
10.2.1 实验目的及要求	(244)
10.2.2 实验前预习内容	(244)
10.2.3 主要实验设备	(244)
10.2.4 实验内容及步骤	(244)
10.2.5 书写实验报告	(246)
10.3 综合设计实验	(246)
10.3.1 实验目的及要求	(246)
10.3.2 实验前预习内容	(246)
10.3.3 主要实验设备	(247)
10.3.4 实验内容及步骤	(247)
10.3.5 书写实验报告	(247)
参考书目	(248)

第一章 绪 言

1.1 实验教学改革迫切性

实验教学在高校总的教学体系中占有十分重要的地位,也是衡量一所学校教学质量的关键尺度之一。实验教学是推进素质教育的重要环节,是理论教学的继续与补充,机械基础实验是机械基础系列课程教学中重要的实践性环节,它是深化感性知识、理解抽象概念、运用基础理论的主要方法,是培养学生综合设计与创新能力、实验动手能力、分析和解决问题能力的重要途径,同时对培养学生的科学态度、严谨作风和辩证唯物主义世界观也有着重要的意义。

在传统的教学观念中,实验教学仅被看作是理论教学的附属,实验的目的仅仅是验证书本理论。实验的内容基本是验证型的。实验设备陈旧;实验手段落后、不能反映当代测试技术的发展;实验教学的方法也是以教师为主体的“被动”方式;实验方案和步骤均有指导书确定,学生只需照搬,甚至只需按电钮、抄数据,不引导学生独立思考,更无从培养创新能力。

上述问题的存在,导致实验本身缺乏吸引力,从而挫伤了学生进行实验的积极性,客观上助长了重理论、轻实验的错误倾向,极大地影响了实验教学的效果。特别是由于缺少综合、设计、创新型实验的内容,也缺乏进行实验设计、研究的条件,从而也谈不上学生通过实验来探求未知、培养能力,实验教学的现状已不能适应“素质、能力培养”的要求,实验项目的改造与实验教学方法的改革已势在必行。

1.2 机械基础实验教学改革的基本思路

为了适应“素质、能力教育”的需要,机械基础实验拟从机械工程一级学科出发,打破课程界线,从机械工程专业类学生的知识结构需要出发,组织安排实验教学内容,逐步压缩单纯依附于某门课程验证理论为主的实验,从培养学生工程能力的需要出发,增加设计型、综合型的实验,着重培养和提高学生的实践动手能力和综合创新设计能力。

机械基础实验教学的相关课程有工程图形学与工程制图、机械原理与机械设计、工程材料与成型理论、表面涂色工艺、机械制造技术基础等课程。机械基础实验实施单独设课、单独记取学分。全课程的内容划分为机械设计基础实验和机械制造基础实验两大模块,各模块又分为认知型、基本技能型、综合设计创新型三个

子模块,实验内容和实验教学安排上着重解决如下几个问题。

1. 模块化结构与分层次教学,实现基本实验和综合实验相结合、必开实验和选开实验相结合,在保证基本能力训练的前提下,给学有余力的学生提供更多的实验研究的条件。

2. 处理好实验课与相关理论课程的关系,实验课部分内容保持与理论教学衔接,但大部分实验内容具有相对的独立性,以实验课本身的体系安排教学。

3. 实验项目的改造、建设方面充分考虑教学性、科学性和先进性原则。相当一部分的传统实验项目其有设备陈旧的不足,但也有的具有直观性好的优点,这对学生理解实验的基本原理和方法起到引导入门、由浅入深的作用。但是,当今,随着科学技术的发展,传感器技术、计算机技术、机-电-气(液)-控一体化技术的高度发展,逐步引进此类先进技术,不断更新实验项目的内容和设备,充分反映科学技术的发展水平,鼓励学生充分发挥想象力,敢于提出前人没有提出的新理论、新方法、新技术,努力培养学生的创新能力。

1.3 《机械基础实验》教材

为了适应实验教学改革的需要,我们编写了《机械基础实验》教材,本书以机械工程类学生的知识结构为出发点,紧密联系机械基础系列课程的教学实践,结合我校的实际情况,在继承传统内容的基础上进行整合、创新,初步形成了机械基础实验的基本内容,为学生掌握机械工程设计、制造技术奠定实验技能基础。

本书主要内容分三大部分:

1. 机械基础实验基本知识

包括机械实验系统组成原理;常用测试仪器;数据采集、误差分析处理方法等。

2. 机械基础实验基本技能

包括机械运动与动力参数测试;机械零部件工作能力测试;工程材料组织性能分析与金属表面处理实验;机械零件的几何精度测量实验;气传动及控制实验等。

3. 综合、创新实验

包括机械传动综合、材料与热处理综合实验;机-气-控一体化实验;机械创新设计实验;实验设计和虚拟实验等。

1.4 机械基础实验课的目标与要求

1. 课程的目标

在机械基础实验课的教学与学习中,应明确以下目标:

(1)能使学生掌握机械基础实验的基本原理和方法;掌握数据采集、误差分析处理的基本理论;掌握实验分析测试、气传动实验等的基本技能。

(2)能注意培养学生进行综合设计、创新设计和实验设计的能力。

(3)能注意培养学生的科学思维、创新意识、严峻作风和钻研探索的精神。

2. 学习本课程的要求

机械基础实验课是机械工程实践课教学的重要组成部分,它是面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的有益尝试与探讨,在学习本课程的过程中学生应注意以下几点:

(1)综合运用先修课程中所学的有关知识与技能,熟练掌握基本实验的原理和方法,不断提高实验技术的理论水平。

(2)积极参与、敢于动手实践,努力提高自身的实践、实验能力。

(3)提倡创新思维,特别在进行综合性、设计性实验时,充分利用提供的实验条件,进行实验研究,努力开展实验创新。

(4)实验报告是显示并保存实验成果的依据,实验报告的质量体现实验的价值,也是实验教学中对学生分析综合、抽象概括、判断推理、文理表达等综合能力的训练,是学生实验成绩评估的重要内容之一,应如同重视实验过程一样重视实验报告的撰写。

单独设置机械基础实验课程,是机械基础系列教学改革中的重要组成部分,无论是教师还是学生都是改革的实践者,经过一段时间的探索与实践,都体会到实验教学的条件得到很大的改善,实验教学的师资建设有所加强,实验教学改革的内容和方法有利于学生能力和素质的提高。但是,这项改革尚处在初期阶段,还会遇到新的问题和困难,还需要在新的探索和实践不断总结,不断完善和不断提高。